



---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Have two or more ports linked to a network, and internal address learning tables are checked with a destination address of a received frame, In an Ethernet (registered trademark) switching hub which relays a frame only to a port where a terminal of an address is connected, A table which stores the number of cascade connection of a switching hub connected to the point of each port is held on a memory, In an initial state, set the number of cascade connection of all the ports to 0, and a notice frame of the number of cascade connection which set up a value which added 1 to the maximum of the number of cascade connection of all the ports other than a certain port is transmitted from said a certain port, When this transmitting processing is periodically performed about all the ports and a notice frame of the number of cascade connection is received from other switching hubs, The number of cascade connection of a port which received the notice frame of the number of cascade connection is rewritten to the number of cascade connection set as a notice frame of the number of cascade connection, A switching hub with a time delay measurement function canceling this received notice frame of the number of cascade connection without acting as intermediary.

[Claim 2] The switching hub with a time delay measurement function according to claim 1 characterized by notifying the number of cascade connection of each port to a network management device when there is a demand from a network management device.

[Claim 3] A value which added 1 to the sum of the maximum of the number of cascade connection of all the ports and a large value to the 2nd is made into the number of cascade connection of the whole network, When it is detected that this value exceeded a maximum set up beforehand, The number of cascade connection repeals greatest port or a large port to the 2nd, The switching hub with a time delay measurement function according to claim 1 or 2 returning effectively a port made into said invalidity when it is detected that the number of cascade connection of the whole network does not exceed a maximum set up beforehand, even if it returns a repealed port effectively.

[Claim 4] A timer is started while transmitting a time delay measurement-request frame from a port where the number of cascade connection is the largest, When a time delay measurement-request frame is received from other switching hubs, When

there is a port by which cascade connection is carried out besides a port which received a time delay measurement-request frame, Said time delay measurement-request frame is relayed to a port where the number of cascade connection is the largest in those ports, When there is no port by which cascade connection is carried out in addition to a port which received a time delay measurement-request frame, When a time delay measurement response frame which makes an address \*\* origin of a time delay measurement-request frame from the receive port is transmitted and a time delay measurement response frame is received from other switching hubs, In a switching hub which has not transmitted said time delay measurement-request frame, In a switching hub which relayed a time delay measurement response frame which received like the usual frame, and transmitted said time delay measurement-request frame, claims 1-3 suspending said timer and measuring lapsed time from a start of the timer to a stop as a time delay — either — a switching hub with a time delay measurement function of a statement.

[Claim 5]When there is a demand from a network management device, The switching hub with a time delay measurement function according to claim 4 which notifies a measured time delay, and is characterized by notifying that to a network management device spontaneously when it is detected that a measured time delay exceeded a maximum set up beforehand.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to an Ethernet (registered trademark) switching hub, and relates to a switching hub with a time delay measurement function provided with the function which measures the time delay which starts the number of cascade connection and frame relay of the whole network especially.

[0002]

[Description of the Prior Art]Ethernet was the art devised as a communication method for LAN, and it was most to be conventionally used as a network in the place where in-houses, such as in-company LAN and campus LAN, were limited. However, the thing for which transmission distance was extended to not less than tens of km by that access speed is accelerated and it can use to 1 Gbps these days, 1000BASE-LX, or WDM, It is not concerned with physical topology with flexible possible grouping by

the VLAN art specified in IEEE802.1Q, Since the switching hub which are the repeating installation in which Ethernet is still more nearly main is comparatively cheap, it does not remain in a LAN use but is coming to use also for a wide area [ the inside of a city or a nationwide scale ] network.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]If Ethernet comes to be used for a wide area network, cascade connection of many switching hubs will come to be carried out by leaps and bounds than before. Cascade connection is carrying out multi stage connection of the repeating installation, such as a hub, by a cable here. That is, it is the topology that the port of another switching hub is connected with the port of a certain switching hub, and the port of another switching hub is connected with another port of the switching hub. The number (number of stages) of the switching hub which becomes 1 relation is called number of cascade connection.

[0004]In a repeating hub, if the number of cascade connection increases, a time delay will become large, Since it becomes impossible to detect the collision (collision) of CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection), The maximum of the number of cascade connection is specified as four steps by 10BASE-T, and is prescribed to be to two steps by 100BASE-TX. On the other hand, by a switching hub, in order not to receive restrictions of CSMA/CD, the maximum of the number of cascade connection is not specified.

[0005]However, in the switching system called a general store-and-forward method now, a reception frame is once stored in a buffer, and since it re-sends out after carrying out the filter of the error packet, relay processing takes time a little. For this reason, if cascade connection of many switching hubs comes to be carried out by broadening of Ethernet, relay processing time will accumulate and a time delay after a frame is transmitted until it reaches an address will become large. If a time delay becomes large, a throughput will fall in the protocol which performs Acknowledgements, such as FTP (File Transfer Protocol file transfer protocol), Since response time becomes long, it becomes impossible to use a network comfortably in interactive application like Telnet or VoIP (Voice over IP). When there is extremely many cascade connection, timeout occurs and it may become impossible to communicate normally.

[0006]However, it is not easy for the switching hub of the huge number to investigate the number of cascade connection and a time delay with a help in the wide area network connected intricately. Whenever it performs extension of a switching hub and a change of network composition is made, the number of cascade connection and a

time delay must be reinvestigated, and a serious labor is needed.

[0007]Then, the purpose of this invention solves an aforementioned problem and there is in providing a switching hub with a time delay measurement function provided with the function which measures the time delay concerning the number of cascade connection and frame relay of the whole network.

[0008]

[Means for Solving the Problem]To achieve the above objects, this invention has two or more ports linked to a network, In an Ethernet switching hub which relays a frame only to a port which checks internal address learning tables with a destination address of a received frame, and where a terminal of an address is connected, A table which stores the number of cascade connection of a switching hub connected to the point of each port is held on a memory, In an initial state, set the number of cascade connection of all the ports to 0, and a notice frame of the number of cascade connection which set up a value which added 1 to the maximum of the number of cascade connection of all the ports other than a certain port is transmitted from said a certain port, When this transmitting processing is periodically performed about all the ports and a notice frame of the number of cascade connection is received from other switching hubs, The number of cascade connection of a port which received that notice frame of the number of cascade connection is rewritten to the number of cascade connection set as a notice frame of the number of cascade connection, and this received notice frame of the number of cascade connection is canceled, without acting as intermediary.

[0009]When there is a demand from a network management device, the number of cascade connection of each port may be notified to a network management device.

[0010]A value which added 1 to the sum of the maximum of the number of cascade connection of all the ports and a large value to the 2nd is made into the number of cascade connection of the whole network, When it is detected that this value exceeded a maximum set up beforehand, The number of cascade connection repeals greatest port or a large port to the 2nd, and when it is detected that the number of cascade connection of the whole network does not exceed a maximum set up beforehand even if it returns a repealed port effectively, a port made into said invalidity may be returned effectively.

[0011]A timer is started while transmitting a time delay measurement-request frame from a port where the number of cascade connection is the largest, When a time delay measurement-request frame is received from other switching hubs, When there is a port by which cascade connection is carried out besides a port which received a time

delay measurement-request frame, Said time delay measurement-request frame is relayed to a port where the number of cascade connection is the largest in those ports, When there is no port by which cascade connection is carried out in addition to a port which received a time delay measurement-request frame, When a time delay measurement response frame which makes an address \*\* origin of a time delay measurement-request frame from the receive port is transmitted and a time delay measurement response frame is received from other switching hubs, In a switching hub which has not transmitted said time delay measurement-request frame, A time delay measurement response frame which received is relayed like the usual frame, said timer is suspended in a switching hub which transmitted said time delay measurement-request frame, and it may be made to measure lapsed time from a start of the timer to a stop as a time delay.

[0012]When it is detected that notified a measured time delay and a measured time delay exceeded a maximum set up beforehand when there was a demand from a network management device, that may be spontaneously notified to a network management device.

[0013]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, one embodiment of this invention is explained in full detail based on an accompanying drawing.

[0014]As shown in drawing 1, the switching hub 101 concerning this invention comprises CPU102, volatile memory 103, nonvolatile memory 104, and switching LSI105, the port 110 – 113 grades. Switching LSI105 comprises the frame relay means 106, the address learning tables 107, the time delay measurement frame process means 108, and the timer 109 further.

[0015]The switching hub 101 holds the number of cascade connection of the switching hub connected to the point of each port of a local station to the volatile memory 103 by the table format shown in drawing 2. As for 201 of drawing 2, the number of cascade connection of the point of the port and 203 are in the state of the port a port number and 202. As shown in drawing 2 immediately after supplying a power supply to the switching hub 101, and immediately after resetting, 202 cascade connection is altogether initialized by 0, and the state 203 is altogether initialized by "it is effective."

[0016]Here, in order to explain the notice frame of the number of cascade connection which the switching hub 101 concerning this invention uses, drawing 3 explains the format of an Ethernet frame first. An Ethernet frame comprises the address MAC (Media AccessControl) address part 301, the \*\* former MAC Address part 302, the

type part 303, the data division 304, and CRC part 305 from a head. The inside of the parenthesis of each part (it is also called the field) in a figure shows the number of bytes of the field.

[0017]Next, the example of a format of the notice frame of the number of cascade connection is shown in drawing 4. The suitable multicast address for the notice of the number of cascade connection is set to the destination MAC address part 401 of the notice frame of the number of cascade connection. The MAC Address of the switching hub which transmits a frame is set to the \*\* former MAC Address part 402. The suitable value which identifies that this frame is a notice frame of the number of cascade connection is set to the type part 403. 2 bytes of that next field 404 is a field which sets up the number of cascade connection, and, below, several copies of cascade connection calls this field 404. 405 and 406 are a padding part and a CRC part, respectively.

[0018]Next, the example of a format of a delay time measurement frame is shown in drawing 5. In the case of a time delay measurement-request frame, the suitable multicast address for time delay measurement is set to the destination MAC address part 501, and, in the case of a time delay measurement response frame, the \*\* former MAC Address of a time delay measurement-request frame is set to the destination MAC address part 501. The MAC Address of the switching hub which transmits a frame is set to the \*\* former MAC Address part 502. The suitable value which identifies that this frame is a time delay measurement-request (or response) frame is set to the type part 503. 2 bytes of the next field 504 is a field which sets up a sequence number. 505 and 506 are a padding part and a CRC part, respectively. Since a time delay changes also with the length of a frame, it may be mounted so that the length of a delay time measurement frame can be changed.

[0019]The state transition diagram of the port of the switching hub 101 concerning this invention is shown in drawing 6. There are two states, the effective state 601 or the invalid state 602, in each port. When a port is in the effective state 601, the relay of a frame and transmission and reception of the notice frame of the number of cascade connection are performed. When a port is in the invalid state 602, transmission and reception of the notice frame of the number of cascade connection are performed, but no relay of a frame is performed. However, in [ neither of ] the case of the states, when the spanning tree protocol is being used, in a blocking port, transmission and reception of the notice frame of the number of cascade connection are performed. All the ports are initialized by the effective state 601 immediately after supplying a power supply to the switching hub 101, and immediately after resetting.

The transition/continuation between each state are dependent on the processing accompanying generating of a phenomenon. The phenomenon and processing are shown in 603–606.

[0020]The procedure in which the switching hub 101 concerning this invention counts the number of cascade connection hereafter is explained.

[0021](1) The switching hub 101 transmits periodically the notice frame of the number of cascade connection from all the ports of a local station. Several copies of cascade connection of the notice frame of the number of cascade connection to 404. Now, the value which added 1 to the largest value in the number of cascade connection of all the ports which are effective states 601 other than the port which transmits this notice frame of the number of cascade connection among the values stored in the number table of cascade connection is set up.

[0022](2) When the notice frame of the number of cascade connection is received in the port of the effective state 601 or the invalid state 602, The value which is set as the storage area of the number table of cascade connection corresponding to the port 404 as for several copies of cascade connection of the received notice frame of the number of cascade connection is written in. By this, the value stored in the number table of cascade connection will show now the number of the switching hub by which cascade connection is carried out to the point of each port. Therefore, the value which added 1 to the sum of the largest value and the large value to the 2nd among the values memorized on the number table of cascade connection serves as the number of cascade connection of the whole network. The received notice frame of the number of cascade connection is canceled without hooking up to none of other ports.

[0023](3) In the port of the effective state 601, when it is detected that (2) is processed and the number of cascade connection of the whole network is not over the maximum set up beforehand probably when the notice frame of the number of cascade connection is received, end processing (603 of drawing 6). When it is detected that the number of cascade connection of the whole network is over the maximum set up beforehand, the SNMP trap which notifies that is transmitted to a network management device, and the receive port which generated this phenomenon is made into the invalid state 602 (604 of drawing 6).

[0024](4) In the port of the invalid state 602, when it is detected that (2) was processed and the number of cascade connection of the whole network is over the maximum set up beforehand first when the notice frame of the number of cascade connection is received, processing is ended (605 of drawing 6). When it is detected that the number of cascade connection of the whole network is not over the maximum



set up beforehand, the SNMP trap which notifies that is transmitted to a network management device, and the receive port which generated this phenomenon is made into the effective state 601 (606 of drawing 6).

[0025](5) In the port of the effective state 601 or the invalid state 602, when beyond fixed time does not receive the notice frame of the number of cascade connection, write 0 in the storage area of the number table of cascade connection corresponding to the port.

[0026]Hereafter, the concrete example which counts the number of cascade connection is explained. The network which carried out cascade connection of 12 sets of the switching hubs 701–712, and constituted them is shown in drawing 7. This network shall have redundant composition with a loop, and shall operate the spanning tree protocol. x seal in a figure is a port blocked with the spanning tree protocol. In this example, it is assumed from the switching hub 701 that cascade connection of eight sets of the switching hubs is carried out in the course of 702, 703, 704, 705, 706, and 712.

[0027]For example, in the case of the switching hub 702, cascade connection of two sets, five sets, zero set, and one set of the switching hub is carried out to the point of the ports 1, 2, 3, and 4, respectively. In an initial state, as shown in drawing 2, all the numbers of cascade connection are initialized by 0, but the number table of cascade connection of the switching hub 702. If fixed time passes, the switching hub 702 will come to receive the notice frame of the number of cascade connection with which the values 2, 5, and 1 were set as 404, respectively as for several copies of cascade connection in the ports 1, 2, and 4. The number of cascade connection stored in each notice frame of the number of cascade connection by an arrow in the notice frame of the number of cascade connection between each switching hub is shown in a figure in a square number within the limit. As a result, the number table of cascade connection of the switching hub 702 is updated by the contents shown in drawing 8. Therefore, the switching hub 702 recognizes that the value 8 which ~~is~~(ed) 1 to the sum 7 of the maximum 5 of the number table of cascade connection and the large value 2 to the 2nd is the number of cascade connection of the whole network. Similarly, the number table of cascade connection of the switching hub 707 will be updated by the contents shown in drawing 9 if fixed time passes since an initial state. Since the port 4 of the switching hub 707 is in the blocking state with the spanning tree protocol, renewal of a table does not perform transmission and reception of the notice frame of the number of cascade connection, either.

[0028]Here, as shown in drawing 10, suppose that the switching hub 713 was newly

connected to the port 3 of the switching hub 707. In the port 3 of the switching hub 707, the notice frame of the number of cascade connection with which the value 1 was set as 404 as for several copies of cascade connection is received, and the number table of cascade connection is updated, as shown in drawing 11. At this time, the number of cascade connection of the whole network is set to  $7+1+1=9$ , and the switching hub 707 detects that it is over the maximum 8 set up beforehand, and makes it the invalid state 602 any of the port 1 or the port 3 to be. Also when which port is made into the invalid state 602, the number of cascade connection of the whole network becomes eight or less, and the maximum set up beforehand is kept automatic. Here, the port 3 would be made into the invalid state 602.

[0029]Then, in drawing 10, supposing the switching hub 712 is removed, The number of cascade connection it is notified from the switching hub 701 that the switching hub 707 is changes to 6 from 7, Even if the switching hub 707 returns the cancelled port 3 effectively, the number of cascade connection of the whole network is set to  $6+1+1=8$ , and it detects not exceeding the maximum 8 set up beforehand, and it returns the port 3 effectively.

[0030]Next, the procedure in which the switching hub 101 concerning this invention measures a time delay is explained. The hardware constitutions of the switching hub 101 are as drawing 1.

[0031](1) When measurement of a time delay is directed from a network administrator or a network management device, the switching hub 101 starts the time measurement by the timer 109 while transmitting a time delay measurement-request frame from the port where the number of cascade connection is the largest. At this time, the suitable value for the sequence number part 504 of a time delay measurement-request frame is set up, it transmits, and that value is held to the switching hub 101.

[0032](2) When a frame is received from other switching hubs, First, the time delay measurement frame process means 108 looks at the destination MAC address part 501 of that frame, etc., and it is investigated whether this frame is a time delay measurement-request (or response) frame, The frame is passed to the frame relay means 106 when it is not a time delay measurement-request (or response) frame. The frame relay means 106 performs the usual relay processing with reference to the address learning tables 107. When the received frame is a time delay measurement-request frame, It is investigated whether the time delay measurement frame process means 108 has the port by which cascade connection is carried out besides the port which received the time delay measurement-request frame, When the time delay measurement-request frame is relayed to the port where the number

of cascade connection is the largest in those ports when there is a port, and there is no port, The time delay measurement response frame which makes an address the \*\* origin of a time delay measurement-request frame from the port which received the time delay measurement-request frame is replied. Here, the same value as a time delay measurement-request frame is used for the sequence number part 504 of a time delay measurement response frame.

[0033]When the received frame is a time delay measurement response frame, The time delay measurement frame process means 108 finds out the MAC Address of the time delay measurement response frame, when an address is not a local station MAC Address, passes the time delay measurement response frame to the frame relay means 106, and performs the usual relay processing. When an address is a local station MAC Address, it investigates whether it is the same as a value when a sequence number transmits a time delay measurement-request frame, and when not the same, a frame is canceled and it ends. In being the same, a frame is canceled, and the timer 109 is suspended and it reads lapsed time after transmitting until it returns. It can be considered that 1/2 of this lapsed time is equal to transit delay time. When it is detected that the measured time delay exceeded the maximum set up beforehand, the SNMP trap which notifies that is transmitted to a network management device. By attaching a sequence number to a time delay measurement-request frame, Measurement of a time delay is repeated for a short time, and is performed, and even when the arrival order watch of a time delay measurement response frame interchanges according to a temporary network failure etc., a demand frame and a response frame can be matched surely.

[0034]Hereafter, the concrete example at the time of pointing to measurement of a time delay to the switching hub 707 in the composition of drawing 12 is explained. The switching hub 707 starts the time measurement by the timer 109 while transmitting a time delay measurement-request frame from the port 1 where the number of cascade connection is the largest. The switching hub 701 which received the time delay measurement-request frame relays the time delay measurement-request frame from the switching hub 707 to the port 1 where the number of cascade connection is the largest except port 4 which received the time delay measurement-request frame. Similarly, a time delay measurement-request frame is relayed in order of the switching hubs 702, 703, 704, 705, 706, and 712. The switching hub 712 which received the time delay measurement-request frame from the switching hub 706, Since there is no port by which cascade connection is carried out except the port which received the frame, the time delay measurement response frame as for which the \*\* origin of a time delay

measurement-request frame makes the MAC Address of the switching hub 707 an address is transmitted from the receive port 1 of a time delay measurement-request frame. The switching hub 706 which received the time delay measurement response frame from the switching hub 712, Since it is ending with study about the MAC Address of the switching hub 707 being connected to the point of the port 1 when a time delay measurement-request frame is relayed, a time delay measurement response frame is relayed to the port 1. Similarly, a time delay measurement response frame is relayed in order of the switching hubs 705, 704, 703, 702, 701, and 707. Since the address of a frame is a local station MAC Address, the switching hub 707 which received the time delay measurement response frame from the switching hub 701 is canceled without relaying a frame, it suspends the timer 109, and reads lapsed time. [0035]

[Effect of the Invention] This invention demonstrates the outstanding effect like the next.

[0036](1) Since the number of cascade connection can be automatically counted if a network is built using the switching hub indicated to claim 1, compared with the case where it investigates with a help, a burden is eased substantially. It can be used even when operating the spanning tree protocol.

[0037](2) Since the number of cascade connection is acquirable via a network if a network is built using the switching hub indicated to claim 2, it is not necessary to go out specially there.

[0038](3) Since the number of cascade connection of the whole network will be maintained at the maximum set up beforehand if a network is built using the switching hub indicated to claim 3, a network failure can be prevented and communication quality can be maintained.

[0039](4) Since the transit delay time of the whole network can be automatically investigated if a network is built using the switching hub indicated to claim 4, compared with the case where it investigates with a help, a burden is eased substantially.

[0040](5) Since a time delay is acquirable via a network if a network is built using the switching hub indicated to claim 5, it is not necessary to go out specially there. Since a switching hub notifies to a network management device spontaneously when a time delay exceeds the maximum set up beforehand by change of network composition, the network administrator can detect promptly that communication quality deteriorated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a hardware-constitutions figure of a switching hub showing one embodiment of this invention.

[Drawing 2] The switching hub of this invention is a lineblock diagram of the number table of cascade connection held on a memory.

[Drawing 3] It is a format figure of an Ethernet frame.

[Drawing 4] It is a format figure of the notice frame of the number of cascade connection used for this invention.

[Drawing 5] It is a format figure of a delay time measurement frame used for this invention.

[Drawing 6] It is a state transition diagram of the port of the switching hub of drawing 1.

[Drawing 7] It is a lineblock diagram of the network using the switching hub of this invention.

[Drawing 8] It is the lineblock diagram in which the value of the number table of cascade connection was updated in this invention.

[Drawing 9] It is the lineblock diagram in which the value of the number table of cascade connection was updated in this invention.

[Drawing 10] It is the lineblock diagram which added the switching hub to the network of drawing 7.

[Drawing 11] It is the lineblock diagram in which the value of the number table of cascade connection was updated in this invention.

[Drawing 12] It is a lineblock diagram of the network using the switching hub of this invention.

### [Description of Notations]

101 Switching hub

103 Volatile memory

105 Switching LSI

108 Time delay measurement frame process means

109 Timer

201 Port number

202 The number of cascade connection

203 The state of a port

401 Destination MAC address part

402 \*\* former MAC Address part  
403 Type part  
404 Several copies of cascade connection  
501 Destination MAC address part  
502 \*\* former MAC Address part  
503 Type part  
504 Sequence number part  
601 Effective state  
602 Invalid state  
701-712 Switching hub

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-368770  
(P2002-368770A)

(43) 公開日 平成14年12月20日 (2002.12.20)

|                           |       |               |                 |
|---------------------------|-------|---------------|-----------------|
| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テマコード*(参考)      |
| H 0 4 L 12/44             | 3 0 0 | H 0 4 L 12/44 | 3 0 0 5 K 0 3 3 |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-174580 (P2001-174580)

(22) 出願日 平成13年6月8日 (2001.6.8)

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区大手町一丁目6番1号

(72) 発明者 鈴木 亮司

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社オプトロシステム研究所内

(74) 代理人 100068021

弁理士 網谷 信雄

Fターム(参考) 5K033 AA05 CB01 CB04 CC01 DA01

DA15 DB12 DB17 EA06 EA07

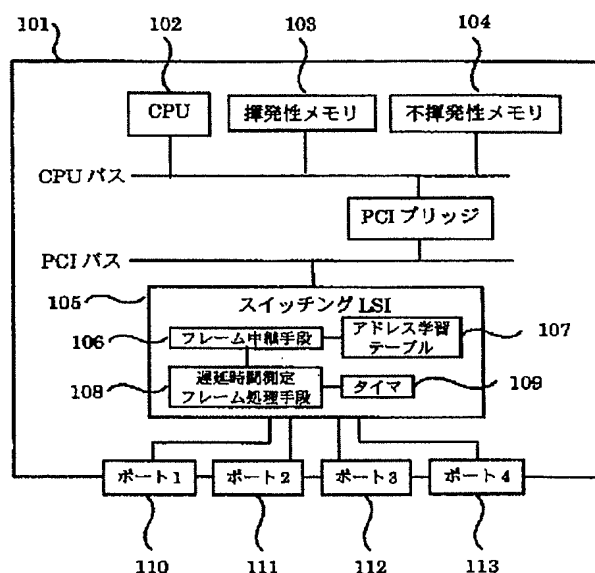
EC01 EC02

(54) 【発明の名称】 遅延時間測定機能付きスイッチングハブ

(57) 【要約】

【課題】 ネットワーク全体のカスケード接続数及びフレーム中継にかかる遅延時間を測定する機能を備える遅延時間測定機能付きスイッチングハブを提供する。

【解決手段】 各ポートの先に接続されているスイッチングハブのカスケード接続数を格納するテーブルをメモリ103上に保持し、初期状態では全てのポート1～4のカスケード接続数を0とし、あるポート1以外の全てのポート2～4のカスケード接続数の最大値に1を加えた値を設定したカスケード接続数通知フレームを前記あるポート1から送信し、この送信処理を全てのポート1～4について定期的に実行し、他のスイッチングハブからカスケード接続数通知フレームを受信した場合には、そのカスケード接続数通知フレームを受信したポートのカスケード接続数をカスケード接続数通知フレームに設定されているカスケード接続数に書き替え、この受信したカスケード接続数通知フレームは中継せずに破棄する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ネットワークに接続する複数のポートを有し、受信したフレームの宛先アドレスと内部のアドレス学習テーブルを照らし合わせ、宛先の端末が接続されているポートにのみフレームを中継するイーサネット

(登録商標)・スイッチングハブにおいて、各ポートの先に接続されているスイッチングハブのカスケード接続数を格納するテーブルをメモリ上に保持し、初期状態では全てのポートのカスケード接続数を0とし、あるポート以外の全てのポートのカスケード接続数の最大値に1を加えた値を設定したカスケード接続数通知フレームを前記あるポートから送信し、この送信処理を全てのポートについて定期的に実行し、他のスイッチングハブからカスケード接続数通知フレームを受信した場合には、そのカスケード接続数通知フレームを受信したポートのカスケード接続数をカスケード接続数通知フレームに設定されているカスケード接続数に書き替え、この受信したカスケード接続数通知フレームは中継せずに破棄することを特徴とする遅延時間測定機能付きスイッチングハブ。

【請求項2】 ネットワーク管理装置から要求があった場合には、各ポートのカスケード接続数をネットワーク管理装置に通知することを特徴とする請求項1記載の遅延時間測定機能付きスイッチングハブ。

【請求項3】 全てのポートのカスケード接続数の最大値と2番目に大きい値との和に1を加えた値をネットワーク全体のカスケード接続数とし、この値が予め設定しておいた上限を超えたことを検出した場合には、カスケード接続数が最大のポート又は2番目に大きいポートを無効にし、無効にしたポートを有効に戻してもネットワーク全体のカスケード接続数が予め設定しておいた上限を超えないことを検出した場合には、前記無効にしたポートを有効に戻すことを特徴とする請求項1又は2記載の遅延時間測定機能付きスイッチングハブ。

【請求項4】 カスケード接続数が最も大きいポートから遅延時間測定要求フレームを送信するとともにタイマを開始し、

他のスイッチングハブから遅延時間測定要求フレームを受信した場合には、

遅延時間測定要求フレームを受信したポート以外にもカスケード接続されているポートがある場合には、それらのポートの中でカスケード接続数が最も大きいポートに前記遅延時間測定要求フレームを中継し、

遅延時間測定要求フレームを受信したポート以外にはカスケード接続されているポートがない場合には、その受信ポートから遅延時間測定要求フレームの送元を宛先とする遅延時間測定応答フレームを送信し、

他のスイッチングハブから遅延時間測定応答フレームを受信した場合には、

前記遅延時間測定要求フレームを送信していないスイ

ッチングハブにおいては、受信した遅延時間測定応答フレームを通常のフレームと同様に中継し、

前記遅延時間測定要求フレームを送信したスイッチングハブにおいては、

前記タイマを停止し、そのタイマの開始から停止までの経過時間を遅延時間として測定することを特徴とする請求項1～3いずれか記載の遅延時間測定機能付きスイッチングハブ。

【請求項5】 ネットワーク管理装置から要求があった場合には、測定した遅延時間を通知し、測定した遅延時間が予め設定しておいた上限を超えたことを検出した場合には、その旨を自発的にネットワーク管理装置に通知することを特徴とする請求項4記載の遅延時間測定機能付きスイッチングハブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イーサネット(登録商標)・スイッチングハブに係り、特に、ネットワーク全体のカスケード接続数及びフレーム中継にかかる遅延時間を測定する機能を備える遅延時間測定機能付きスイッチングハブに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】イーサネットは、LAN用の通信方式として考案された技術であり、従来は社内LANやキャンパスLANなどの組織内の限定された場所でのネットワークとして用いられることが大部分であった。しかし、最近では伝送速度が高速化され1Gbpsまで利用できることや、1000BASE-LXやWDMにより数十km以上まで伝送距離が伸びたこと、IEEE802.1Qにおいて規定されているVLAN技術により物理的なトポロジに関わらず柔軟なグループ化が可能であること、さらにはイーサネットの主要な中継装置であるスイッチングハブが比較的安価であることから、LAN用途にとどまらず、都市内や全国規模の広域なネットワークにも使われるようになりつつある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】イーサネットが広域なネットワークに使われるようになると、従来よりも飛躍的に多くのスイッチングハブがカスケード接続されるようになる。ここでカスケード接続とは、ハブ等の中継装置同士をケーブルで多段接続することである。即ち、あるスイッチングハブのポートに別のスイッチングハブのポートが繋がりと、そのスイッチングハブの別のポートにさらに別のスイッチングハブのポートが繋がるといった接続形態のことである。一繋がりになるスイッチングハブの個数(段数)をカスケード接続数という。

【0004】リピーティングハブでは、カスケード接続数が増えると、遅延時間が大きくなり、CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)のコリジョン(衝突)を検出できなくなるため、カ



スケード接続数の上限が 10BASE-T では 4 段、100BASE-TX では 2 段までと規定されている。一方、スイッチングハブでは、CSMA/CD の制約を受けないため、カスケード接続数の上限が規定されていない。

【0005】しかし、現在一般的なストア・アンド・フォワード方式と呼ばれるスイッチング方式では、受信フレームを一度バッファに格納し、エラーパケットをフィルタしてから再送出するため、中継処理に若干時間がかかる。このため、イーサネットの広域化により多くのスイッチングハブがカスケード接続されるようになると、中継処理時間が累積し、フレームが送信されてから宛先に到着するまでの遅延時間が大きくなる。遅延時間が大きくなると、FTP (File Transfer Protocol ファイル転送プロトコル) 等の確認応答を行うプロトコルではスループットが低下してしまい、Telnet や VoIP (Voice over IP) のような対話型アプリケーションでは応答時間が長くなってしまいうため、快適にネットワークを利用できなくなる。また、カスケード接続数が極端に多い場合には、タイムアウトが発生して正常に通信できなくなる可能性もある。

【0006】しかし、膨大な台数のスイッチングハブが複雑に接続される広域ネットワークにおいては、カスケード接続数や遅延時間を人手で調べることは容易でない。また、スイッチングハブの増設やネットワーク構成の変更が行われる度に、カスケード接続数や遅延時間を調べ直さなければならず、大変な労力が必要となる。

【0007】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、ネットワーク全体のカスケード接続数及びフレーム中継にかかる遅延時間を測定する機能を備える遅延時間測定機能付きスイッチングハブを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、ネットワークに接続する複数のポートを有し、受信したフレームの宛先アドレスと内部のアドレス学習テーブルを照らし合わせ、宛先の端末が接続されているポートにのみフレームを中継するイーサネット・スイッチングハブにおいて、各ポートの先に接続されているスイッチングハブのカスケード接続数を格納するテーブルをメモリ上に保持し、初期状態では全てのポートのカスケード接続数を 0 とし、あるポート以外の全てのポートのカスケード接続数の最大値に 1 を加えた値を設定したカスケード接続数通知フレームを前記あるポートから送信し、この送信処理を全てのポートについて定期的に行い、他のスイッチングハブからカスケード接続数通知フレームを受信した場合には、そのカスケード接続数通知フレームを受信したポートのカスケード接続数をカスケード接続数通知フレームに設定されているカスケード接続数に書き替え、この受信したカスケード接続数通知フレームは中継せずに破棄するものである。

【0009】ネットワーク管理装置から要求があった場合には、各ポートのカスケード接続数をネットワーク管理装置に通知してもよい。

【0010】全てのポートのカスケード接続数の最大値と 2 番目に大きい値との和に 1 を加えた値をネットワーク全体のカスケード接続数とし、この値が予め設定しておいた上限を超えたことを検出した場合には、カスケード接続数が最大のポート又は 2 番目に大きいポートを無効にし、無効にしたポートを有効に戻してもネットワーク全体のカスケード接続数が予め設定しておいた上限を超えないことを検出した場合には、前記無効にしたポートを有効に戻してもよい。

【0011】カスケード接続数が最も大きいポートから遅延時間測定要求フレームを送信するとともにタイマを開始し、他のスイッチングハブから遅延時間測定要求フレームを受信した場合には、遅延時間測定要求フレームを受信したポート以外にもカスケード接続されているポートがある場合には、それらのポートの中でカスケード接続数が最も大きいポートに前記遅延時間測定要求フレームを中継し、遅延時間測定要求フレームを受信したポート以外にはカスケード接続されているポートがない場合には、その受信ポートから遅延時間測定要求フレームの送元を宛先とする遅延時間測定応答フレームを送信し、他のスイッチングハブから遅延時間測定応答フレームを受信した場合には、前記遅延時間測定要求フレームを送信していないスイッチングハブにおいては、受信した遅延時間測定応答フレームを通常のフレームと同様に中継し、前記遅延時間測定要求フレームを送信したスイッチングハブにおいては、前記タイマを停止し、そのタイマの開始から停止までの経過時間を遅延時間として測定するようにしてもよい。

【0012】ネットワーク管理装置から要求があった場合には、測定した遅延時間を通知し、測定した遅延時間が予め設定しておいた上限を超えたことを検出した場合には、その旨を自動的にネットワーク管理装置に通知してもよい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0014】図 1 に示されるように、本発明に係るスイッチングハブ 101 は、CPU 102、揮発性メモリ 103、不揮発性メモリ 104、スイッチング LSI 105、ポート 110～113 等から構成されている。さらに、スイッチング LSI 105 は、さらにフレーム中継手段 106、アドレス学習テーブル 107、遅延時間測定フレーム処理手段 108、タイマ 109 から構成されている。

【0015】スイッチングハブ 101 は、自局の各ポートの先に接続されているスイッチングハブのカスケード接続数を図 2 に示すテーブル形式で揮発性メモリ 103

に保持する。図2の201はポート番号、202はそのポートの先のカスケード接続数、203はそのポートの状態である。スイッチングハブ101に電源を投入した直後、又はリセットした直後は、図2に示すようにカスケード接続数202は全て0に初期化され、状態203は全て「有効」に初期化される。

【0016】ここで、本発明に係るスイッチングハブ101が使用するカスケード接続数通知フレームを説明するため、まず、イーサネットフレームのフォーマットを図3により説明する。イーサネットフレームは、先頭から宛先MAC(Media AccessControl)アドレス部301、送元MACアドレス部302、タイプ部303、データ部304、CRC部305から構成される。図中の各部(フィールドともいう)の括弧内はそのフィールドのバイト数を示している。

【0017】次に、カスケード接続数通知フレームのフォーマット例を図4に示す。カスケード接続数通知フレームの宛先MACアドレス部401には、カスケード接続数通知用の適当なマルチキャストアドレスを設定する。また、送元MACアドレス部402には、フレームを送信するスイッチングハブのMACアドレスを設定する。タイプ部403には、このフレームがカスケード接続数通知フレームであることを識別する適当な値を設定する。その次の2バイトのフィールド404は、カスケード接続数を設定する領域であり、以下では、この領域をカスケード接続数部404と呼ぶ。405、406は、それぞれパディング部、CRC部である。

【0018】次に、遅延時間測定フレームのフォーマット例を図5に示す。遅延時間測定要求フレームの場合、宛先MACアドレス部501には、遅延時間測定用の適当なマルチキャストアドレスを設定し、遅延時間測定応答フレームの場合、宛先MACアドレス部501には、遅延時間測定要求フレームの送元MACアドレスを設定する。また、送元MACアドレス部502には、フレームを送信するスイッチングハブのMACアドレスを設定する。タイプ部503には、このフレームが遅延時間測定要求(又は応答)フレームであることを識別する適当な値を設定する。その次の2バイトのフィールド504は、シーケンス番号を設定する領域である。505、506は、それぞれパディング部、CRC部である。尚、遅延時間はフレームの長さによっても変化するので、遅延時間測定フレームの長さを変えられるように実装してもよい。

【0019】本発明に係るスイッチングハブ101のポートの状態遷移図を図6に示す。各ポートには、有効状態601または無効状態602の2つの状態がある。ポートが有効状態601にある場合は、フレームの中継とカスケード接続数通知フレームの送受信とを行う。ポートが無効状態602にある場合は、カスケード接続数通知フレームの送受信は行いが、フレームの中継は一切行

わない。但し、スパニングツリープロトコルを使用している場合、ブロッキングポートにおいては、何れの状態の場合でもカスケード接続数通知フレームの送受信は行わない。スイッチングハブ101に電源を投入した直後、又は、リセットした直後は、全てのポートは有効状態601に初期化される。各状態間の遷移/継続は、事象の発生に伴う処理に依存する。その事象及び処理を603~606に示す。

【0020】以下、本発明に係るスイッチングハブ101がカスケード接続数を調べる手順を説明する。

【0021】(1)スイッチングハブ101は、カスケード接続数通知フレームを自局の全てのポートから定期的に送信する。カスケード接続数通知フレームのカスケード接続数部404には、現在、カスケード接続数テーブルに格納してある値のうち、このカスケード接続数通知フレームを送信するポート以外の有効状態601である全てのポートのカスケード接続数の中で最も大きい値に1を加えた値を設定する。

【0022】(2)有効状態601または無効状態602のポートにおいて、カスケード接続数通知フレームを受信した場合、そのポートに対応するカスケード接続数テーブルの記憶領域に、受信したカスケード接続数通知フレームのカスケード接続数部404に設定されている値を書き込む。これにより、カスケード接続数テーブルに格納されている値は、現在、各ポートの先にカスケード接続されているスイッチングハブの台数を示すことになる。従って、カスケード接続数テーブルに記憶されている値のうち、最も大きい値と2番目に大きい値との和に1を加えた値が、ネットワーク全体のカスケード接続数となる。受信したカスケード接続数通知フレームは、他のどのポートへも中継せずに破棄する。

【0023】(3)有効状態601のポートにおいて、カスケード接続数通知フレームを受信した場合、まず、(2)の処理を行い、ネットワーク全体のカスケード接続数が予め設定されている上限を超えていないことを検出した場合には処理を終了する(図6の603)。ネットワーク全体のカスケード接続数が予め設定されている上限を超えていることを検出した場合には、その旨を通知するSNMPトラップをネットワーク管理装置に送信し、この事象を発生させた受信ポートを無効状態602にする(図6の604)。

【0024】(4)無効状態602のポートにおいて、カスケード接続数通知フレームを受信した場合、まず、(2)の処理を行い、ネットワーク全体のカスケード接続数が予め設定されている上限を超えていることを検出した場合には処理を終了する(図6の605)。ネットワーク全体のカスケード接続数が予め設定されている上限を超えていないことを検出した場合には、その旨を通知するSNMPトラップをネットワーク管理装置に送信し、この事象を発生させた受信ポートを有効状態601

にする(図6の606)。

【0025】(5)有効状態601または無効状態602のポートにおいて、一定時間以上、カスケード接続数通知フレームを受信しない場合、そのポートに対応するカスケード接続数テーブルの記憶領域に0を書き込む。

【0026】以下、カスケード接続数を調べる具体的な例を説明する。図7に、12台のスイッチングハブ701～712をカスケード接続して構成したネットワークを示す。このネットワークは、ループがある冗長な構成になっており、スパニングツリープロトコルを動作させているものとする。図中の×印は、スパニングツリープロトコルによりブロッキングされているポートである。この例では、スイッチングハブ701から702、703、704、705、706、712の経路では8台のスイッチングハブがカスケード接続されているとする。

【0027】例えば、スイッチングハブ702の場合、ポート1、2、3、4の先にはそれぞれ2台、5台、0台、1台のスイッチングハブがカスケード接続されている。スイッチングハブ702のカスケード接続数テーブルは、初期状態では図2に示すようにカスケード接続数が全て0に初期化されるが、一定時間が経過すると、スイッチングハブ702はポート1、2、4において、それぞれカスケード接続数部404に値2、5、1が設定されたカスケード接続数通知フレームを受信するようになる。図には、各スイッチングハブ間におけるカスケード接続数通知フレームを矢印で、各カスケード接続数通知フレームに格納されるカスケード接続数を四角枠内の数字で示す。この結果、スイッチングハブ702のカスケード接続数テーブルは、図8に示す内容に更新される。従って、スイッチングハブ702はカスケード接続数テーブルの最大値5と2番目に大きい値2との和7に1をたした値8がネットワーク全体のカスケード接続数であることを認識する。同様にして、スイッチングハブ707のカスケード接続数テーブルは、初期状態から一定時間が経過すると、図9に示す内容に更新される。尚、スイッチングハブ707のポート4は、スパニングツリープロトコルによりブロッキング状態になっているので、カスケード接続数通知フレームの送受信もテーブルの更新も行わない。

【0028】ここで、図10に示すように、スイッチングハブ707のポート3に新たにスイッチングハブ713が接続されたとする。スイッチングハブ707のポート3において、カスケード接続数部404に値1が設定されたカスケード接続数通知フレームを受信し、カスケード接続数テーブルを図11に示すように更新する。このとき、スイッチングハブ707は、ネットワーク全体のカスケード接続数が $7+1+1=9$ になり、予め設定されている上限8を超えていることを検出し、ポート1又はポート3の何れかを無効状態602にする。何れのポートを無効状態602にした場合もネットワーク全体

のカスケード接続数は8以下になり、予め設定されている上限が自動的に保たれる。ここでは、ポート3を無効状態602にしたことにする。

【0029】その後、図10において、スイッチングハブ712が撤去されたとすると、スイッチングハブ707がスイッチングハブ701から通知されるカスケード接続数が7から6に変化し、スイッチングハブ707は無効化したポート3を有効に戻してもネットワーク全体のカスケード接続数が $6+1+1=8$ となり、予め設定されている上限8を超えないことを検出し、ポート3を有効に戻す。

【0030】次に、本発明に係るスイッチングハブ101が遅延時間を測定する手順を説明する。スイッチングハブ101のハードウェア構成は図1の通りである。

【0031】(1)スイッチングハブ101は、ネットワーク管理者又はネットワーク管理装置から遅延時間の測定を指示された場合には、カスケード接続数が最も大きいポートから遅延時間測定要求フレームを送信するとともにタイマ109による時間計測を開始する。このとき、遅延時間測定要求フレームのシーケンス番号部504には適当な値を設定して送信し、その値をスイッチングハブ101に保持しておく。

【0032】(2)他のスイッチングハブからフレームを受信した場合には、まず、遅延時間測定フレーム処理手段108がそのフレームの宛先MACアドレス部501などを見てこのフレームが遅延時間測定要求(又は応答)フレームであるかどうか調べ、遅延時間測定要求

(又は応答)フレームでない場合は、そのフレームをフレーム中継手段106に渡す。フレーム中継手段106は、アドレス学習テーブル107を参照して通常の中継処理を行う。受信したフレームが遅延時間測定要求フレームである場合は、遅延時間測定フレーム処理手段108は、その遅延時間測定要求フレームを受信したポート以外にもカスケード接続されているポートがあるかどうかを調べ、ポートがある場合はそれらのポートの中でカスケード接続数が最も大きいポートにその遅延時間測定要求フレームを中継し、ポートがない場合は、その遅延時間測定要求フレームを受信したポートから遅延時間測定要求フレームの送元を宛先とする遅延時間測定応答フレームを返信する。ここで、遅延時間測定応答フレームのシーケンス番号部504には遅延時間測定要求フレームと同じ値を使用する。

【0033】受信したフレームが遅延時間測定応答フレームである場合は、遅延時間測定フレーム処理手段108は、その遅延時間測定応答フレームのMACアドレスを調べ、宛先が自局MACアドレスでない場合はその遅延時間測定応答フレームをフレーム中継手段106に渡し通常の中継処理を行う。宛先が自局MACアドレスである場合は、シーケンス番号が遅延時間測定要求フレームを送信した時の値と同じであるかどうか調べ、同じで

ない場合にはフレームを破棄して終了する。同じである場合には、フレームを破棄し、タイマ109を停止し、送信してから戻ってくるまでの経過時間を読み取る。この経過時間の2分の1が中継遅延時間に等しいとみなすことができる。測定した遅延時間が予め設定されている上限を超えたことを検出した場合には、その旨を通知するSNMPトラップをネットワーク管理装置に送信する。尚、遅延時間測定要求フレームにシーケンス番号を付けることにより、遅延時間の測定を短時間に繰り返し行い、一時的なネットワーク障害などにより遅延時間測定応答フレームの到着順番が入れ替わった場合でも要求フレームと応答フレームとを正しく対応付けることができる。

【0034】以下、図12の構成においてスイッチングハブ707に遅延時間の測定を指示した場合の具体的な例を説明する。スイッチングハブ707は、カスケード接続数が最も大きいポート1から遅延時間測定要求フレームを送信するとともにタイマ109による時間計測を開始する。スイッチングハブ707から遅延時間測定要求フレームを受信したスイッチングハブ701は、その遅延時間測定要求フレームを受信したポート4以外でカスケード接続数が最も大きいポート1にその遅延時間測定要求フレームを中継する。同様に、遅延時間測定要求フレームはスイッチングハブ702、703、704、705、706、712の順に中継される。スイッチングハブ706から遅延時間測定要求フレームを受信したスイッチングハブ712は、フレームを受信したポート以外はカスケード接続されているポートがないので、遅延時間測定要求フレームの送元、即ち、スイッチングハブ707のMACアドレスを宛先とする遅延時間測定応答フレームを遅延時間測定要求フレームの受信ポート1から送信する。スイッチングハブ712から遅延時間測定応答フレームを受信したスイッチングハブ706は、遅延時間測定要求フレームを中継したときにスイッチングハブ707のMACアドレスがポート1の先に接続されていることを学習済みなので、遅延時間測定応答フレームをポート1に中継する。同様に、遅延時間測定応答フレームは、スイッチングハブ705、704、703、702、701、707の順に中継される。スイッチングハブ701から遅延時間測定応答フレームを受信したスイッチングハブ707は、フレームの宛先が自局MACアドレスなのでフレームを中継せずに破棄し、タイマ109を停止し、経過時間を読み取る。

#### 【0035】

【発明の効果】本発明は次の如き優れた効果を発揮する。

【0036】(1) 請求項1に記載するスイッチングハブを使ってネットワークを構築すると、カスケード接続数を自動的に調べることができるので、人手で調べる場合に比べて大幅に負担が軽減される。また、スパンニング

ツリープロトコルを動作させている場合でも使用することができる。

【0037】(2) 請求項2に記載するスイッチングハブを使ってネットワークを構築すると、カスケード接続数をネットワーク経由で取得することができるので、わざわざ現地に出向く必要がない。

【0038】(3) 請求項3に記載するスイッチングハブを使ってネットワークを構築すると、ネットワーク全体のカスケード接続数が予め設定しておいた上限に保たれるので、ネットワーク障害を防ぎ、通信品質を保つことができる。

【0039】(4) 請求項4に記載するスイッチングハブを使ってネットワークを構築すると、ネットワーク全体の中継遅延時間を自動的に調べることができるので、人手で調べる場合に比べて大幅に負担が軽減される。

【0040】(5) 請求項5に記載するスイッチングハブを使ってネットワークを構築すると、遅延時間をネットワーク経由で取得することができるので、わざわざ現地に出向く必要がない。また、ネットワーク構成の変更により、遅延時間が予め設定しておいた上限を超えた場合には、スイッチングハブが自発的にネットワーク管理装置に通知するため、ネットワーク管理者は通信品質が劣化したことを直ちに検知することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示すスイッチングハブのハードウェア構成図である。

【図2】本発明のスイッチングハブがメモリ上に保持するカスケード接続数テーブルの構成図である。

【図3】イーサネットフレームのフォーマット図である。

【図4】本発明に用いるカスケード接続数通知フレームのフォーマット図である。

【図5】本発明に用いる遅延時間測定フレームのフォーマット図である。

【図6】図1のスイッチングハブのポートの状態遷移図である。

【図7】本発明のスイッチングハブを用いたネットワークの構成図である。

【図8】本発明においてカスケード接続数テーブルの値が更新された構成図である。

【図9】本発明においてカスケード接続数テーブルの値が更新された構成図である。

【図10】図7のネットワークにスイッチングハブを追加した構成図である。

【図11】本発明においてカスケード接続数テーブルの値が更新された構成図である。

【図12】本発明のスイッチングハブを用いたネットワークの構成図である。

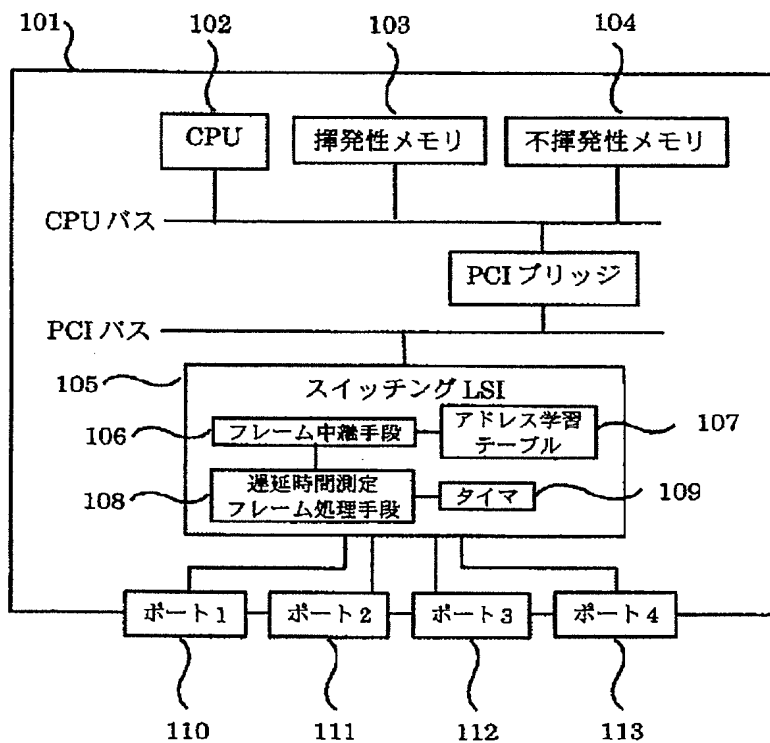
#### 【符号の説明】

101 スwitchングハブ

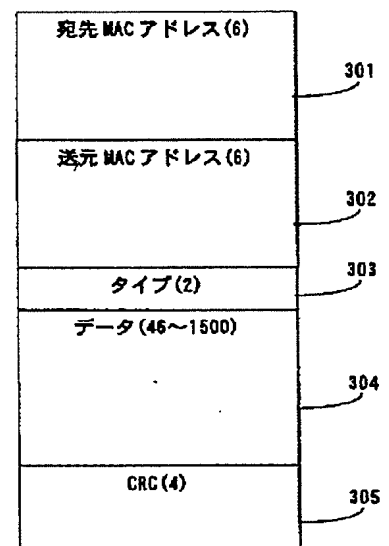
103 揮発性メモリ  
 105 スイッチングLSI  
 108 遅延時間測定フレーム処理手段  
 109 タイマ  
 201 ポート番号  
 202 カスケード接続数  
 203 ポートの状態  
 401 宛先MACアドレス部  
 402 送元MACアドレス部

\* 403 タイプ部  
 404 カスケード接続数部  
 501 宛先MACアドレス部  
 502 送元MACアドレス部  
 503 タイプ部  
 504 シーケンス番号部  
 601 有効状態  
 602 無効状態  
 \* 701~712 スイッチングハブ

【図1】



【図3】



※括弧内はバイト数を示す。

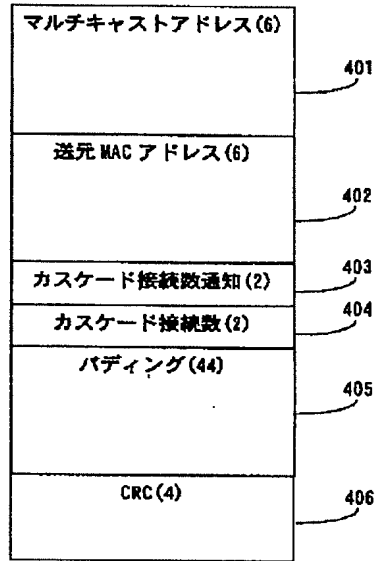
【図2】

| 201<br>ポート番号 | 202<br>カスケード接続数 | 203<br>状態 |
|--------------|-----------------|-----------|
| 1            | 0               | 有効        |
| 2            | 0               | 有効        |
| 3            | 0               | 有効        |
| 4            | 0               | 有効        |

【図8】

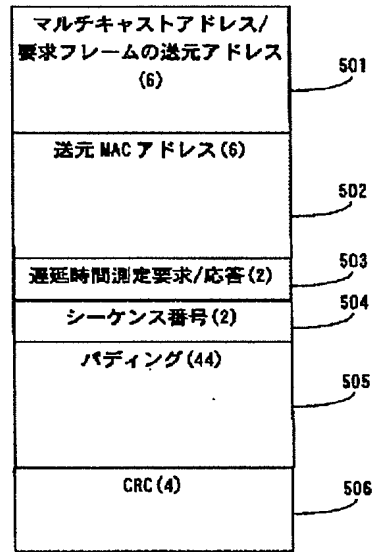
| ポート番号 | カスケード接続数 | 状態 |
|-------|----------|----|
| 1     | 2        | 有効 |
| 2     | 5        | 有効 |
| 3     | 0        | 有効 |
| 4     | 1        | 有効 |

【図4】



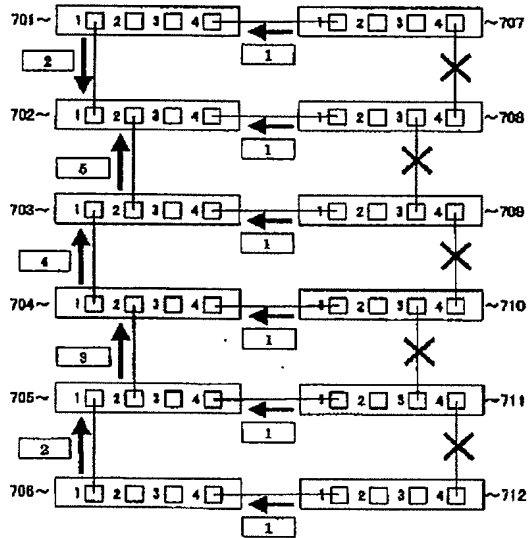
※括弧内はバイト数を示す。

【図5】



※括弧内はバイト数を示す。

【図7】



X : スパニングツリープロトコルによりブロッキングされているリンク

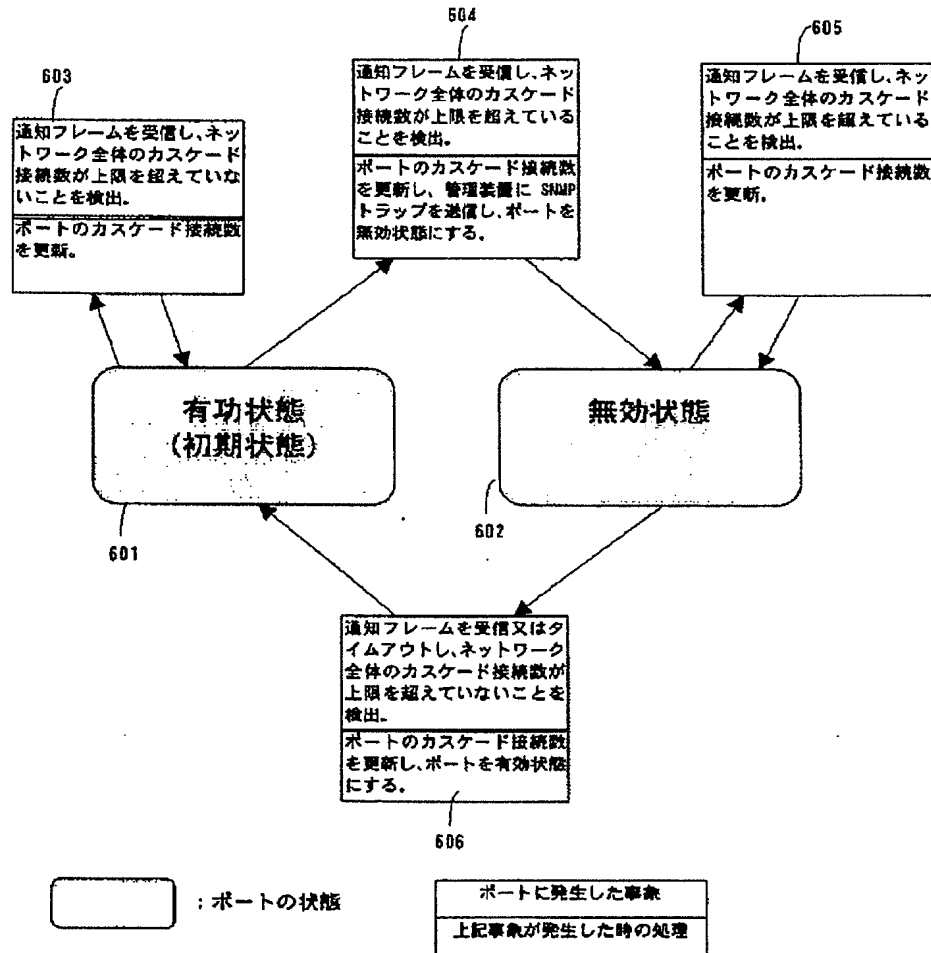
【図9】

| ポート番号 | カスケード接続数 | 状態 |
|-------|----------|----|
| 1     | 7        | 有効 |
| 2     | 0        | 有効 |
| 3     | 0        | 有効 |
| 4     | —        | —  |

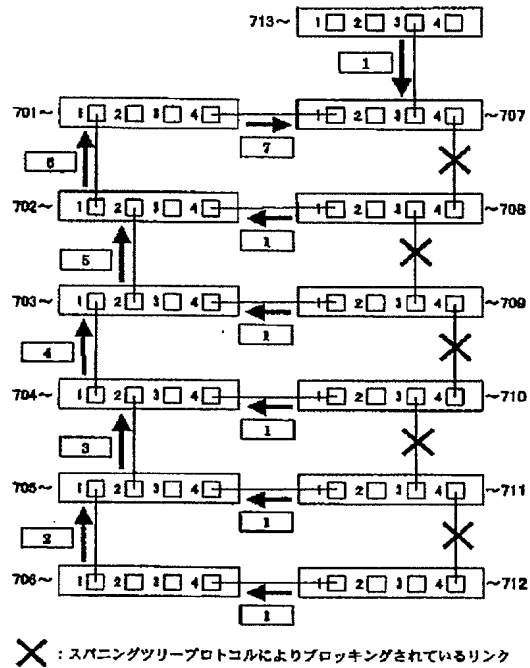
【図11】

| ポート番号 | カスケード接続数 | 状態 |
|-------|----------|----|
| 1     | 7        | 有効 |
| 2     | 0        | 有効 |
| 3     | 1        | 有効 |
| 4     | —        | —  |

【図6】



【図10】



【図12】

